

盛土内水位の上昇がアンカー補強土壁の破壊確率に及ぼす影響

岡三リビック 正会員 林 豪人 小浪 岳治
 豊橋技術科学大学 村上 太基

1. はじめに

土工構造物のうち補強土壁は、大きな用地や費用を必要とせず比較的高い壁高の擁壁の構築が可能であるという利点を活かし、これまで普及が進んできた。しかし他の土工構造物と同様に、近年の想定を上回る降雨強度の豪雨が補強土壁の安定性に与える影響が懸念されている。地震動が補強土壁に及ぼす影響の分析については、これまで精力的に行われてきた。一方で降雨の作用による影響の分析は、変状事例のケーススタディー¹⁾や小型模型実験²⁾が行われているものの、包括的な意味でまだ十分とはいえない。ここでは、降雨に起因して補強土壁の盛土内の水位が上昇した場合の補強土壁の損傷確率を求めることにより、盛土内水位の上昇が補強土壁に与える影響を定量的に評価した。

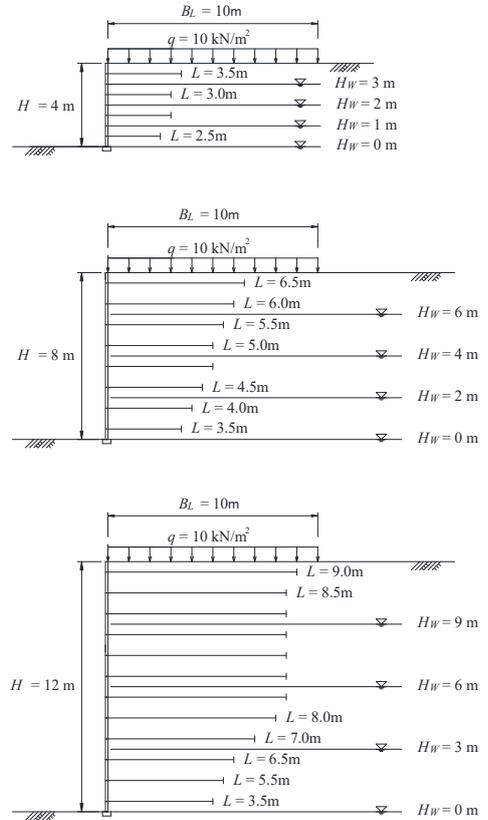


図1 アンカー補強土壁の検討断面

2. 方法

本研究で対象とするアンカー補強土壁の断面図を図1に示す。アンカー補強土壁は標準的な断面として水平地盤上に位置し、壁高を4m, 8m, 12mの3種類とした。補強材の長さや強度は、表1に示す土質定数の平均値および水平震度を用いて、主に道路で用いる補強土壁に適用される「多数アンカー式補強土壁 設計・施工マニュアル」³⁾の設計手法に従い決定した。その際、盛土内水位は0mとした。

破壊確率の算出方法は以下の通りである。まず土質定数を正規分布を有する確率変数とみなし、その平均と変動係数を既往の研究成果⁴⁾を参考に表1の通りとした。各土質定数の分布を図2~4に示す。モンテカルロシミュレーションにより、補強土壁下端を通過する常時の円弧すべりに対する安全率が1.0を下回る確率を損傷確率として算出した。計算回数は10,000回を基本とし、損傷確率が0.01%以下の場合には精度を高めるため100,000回とした。なお、すべり破壊時は部材が

表1 設計に用いた諸定数

項目	平均値	変動係数 (%)	
盛土材	単位体積重量 (kN/m ³)	19	5
	内部摩擦角 (deg)	30	10
	粘着力 (kN/m ²)	10	10
基礎地盤	単位体積重量 (kN/m ³)	19	0
	内部摩擦角 (deg)	35	0
設計水平震度	0.15	-	
活荷重 (kN/m ²)	10	0	

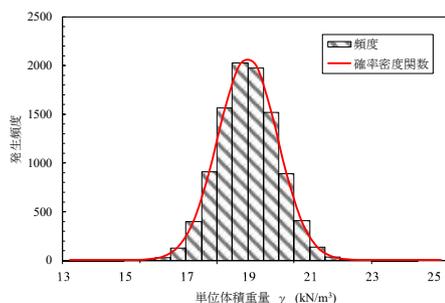


図2 頻度分布 (単位体積重量)

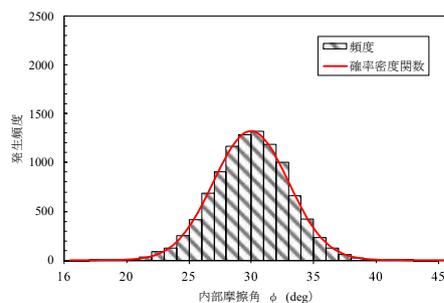


図3 頻度分布 (内部摩擦角)

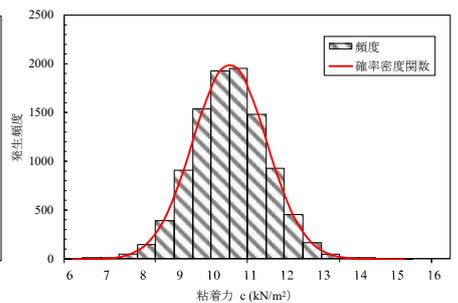


図4 頻度分布 (粘着力)

キーワード 補強土壁、損傷確率、降雨

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 1-8-27 岡三リビック(株) 技術開発部 TEL 03-5782-9085

極限状態であることを考慮し、円弧すべりに対する補強材の抵抗力として、補強材の降伏強度かアンカープレートの極限引抜き力のいずれか小さい値を採用した。破壊確率の算出は、アンカー補強土壁の盛土内の水位が壁高に対して 0/4, 1/4, 2/4, 3/4 のそれぞれの高さについて行った。

3. 結果

壁高 8m で水位が 0m および 6m の場合の、常時の円弧すべりの最小安全率の分布図をそれぞれ図 5 及び図 6 に示す。図 5 ではほぼ全てのケースにおいて、最小安全率が 1.0 を超えているのに対し、図 6 では最小安全率が 1.0 を下回るケースが発生している。また、盛土内水位が高い方が最小安全率の標準偏差が小さくなっていることがわかる。これらの傾向は壁高 4m 及び 12m のケースでも同様であった。

盛土内水位と損傷確率の関係を図 7 に示す。壁高 4m のケースでは、盛土内水位の上昇に対して損傷確率が小さくその上昇も緩やかである。一方で、壁高 8m 及び 12m のケースでは、水位がある場合の損傷確率が比較的高く、その上昇に対して損傷確率の上昇が顕著である。これは壁高 4m では水位が 0m の場合の常時の最小安全率が 1.433 と比較的余裕があるのに対して、壁高 8m と 12m の場合では、それぞれ 1.223 及び 1.222 と比較的必要な安全率に近いことから、壁高 8m 及び 12m では安定性に比較的余裕がないことが考えられる。また、壁高 8m 及び 12m のケースでは、ともに壁高の半分の水位の時の損傷確率が約 2% であるのに対して、さらに水位が上昇すると急激に損傷確率が増加することが分かる。このことから、特に壁高が比較的高く、最小安全率が必要な安全率に近い補強土壁について、盛土内の水位の上昇に特に留意が必要であることが分かる。

4. おわりに

アンカー補強土壁の損傷確率をモンテカルロシミュレーションによって求め、盛土内の水位の上昇の影響を定量的に評価した。本研究の結論を以下に記す。

- ・ 盛土内の水位の上昇に伴い、補強土壁の損傷確率が上昇する。
- ・ 特に壁高が高い補強土壁で、盛土内の水位が壁高の半分を超過すると損傷確率の上昇が顕著である。

なお本研究では損傷モードを円弧すべりと仮定して検証を行ったが、降雨による損傷のメカニズムを実験等により特定することが望ましい。

<参考文献>

- 1) 中村, 宮田, 篠田, 弘中, 竜田: ジオグリッド補強土壁の降雨に伴う変状事例分析: ジオシンセティクス論文集, 第 28 巻, pp295-302, 2013.
- 2) 小林, 三浦, 小浪: 降雨時におけるアンカー式補強土壁の安定性に関する研究, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.3, pp477-488, 2013.
- 3) 一般社団法人土木研究センター: 多数アンカー式補強土壁設計・施工マニュアル第 4 版, 2014.
- 4) Shinoda, M., Horii, K., Yonezawa, T., Tateyama, M. and Koseki, J: Reliability-based seismic deformation analysis of reinforced soil slopes, Soils and Foundations, Vol.46, No.4, pp477-490, 2006.

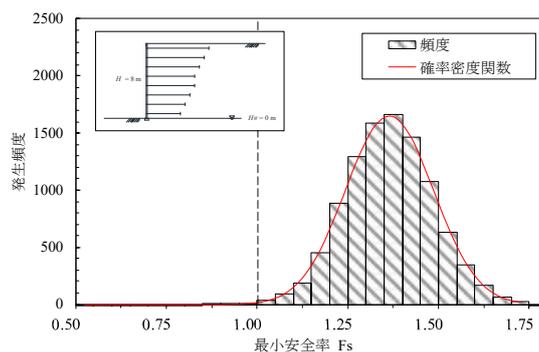


図 5 最小安全率の分布 (水位 0m)

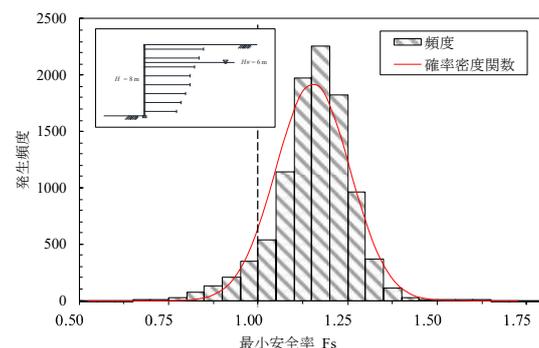


図 6 最小安全率の分布 (水位 6m)

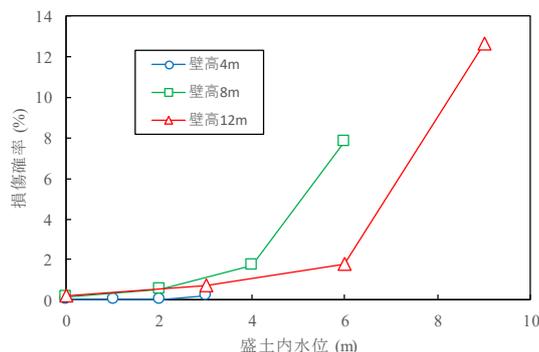


図 7 盛土内水位と損傷確率の関係